千原光雄*：本邦暖海産緑藻類の生活史に関する研究 (8) シワランソウモドキの生活史について**

Mitsuo CHIHARA*: Studies on the life-history on the green algae in the warm seas around Japan (8) On the life-history of *Collinsiella cava* (Yendo) Printz**

緑藻の分類系の確立並びに系統考察には生活史の知識が重要な手がかりになると思われる。しかし残念なことに緑藻の生活史はまだまだ不明の点が多く残されている。ここに扱うランソウモドキ属 *Collinsiella* もそうしたグループの一つで，くわしいことは皆目わかつていない。

筆者 (1958) は先にランソウモドキ属の 3 種 — ランソウモドキ *C. tuberculata* Setchell et Gardner, コツブランソウモドキ *C. japonica* (Yendo) Printz, シワランソウモドキ *C. cava* (Yendo) Printz — について藻体の季節的消長，有性生殖，接合子の発育等のあらましを報告した。すなわち冬—春に存在する巨視的な藻体は配偶体であり，有性生殖の結果作られた接合子は直ちに細胞分裂することなく，漸次径を増大させるのみであることを述べた。

今回の報告はその続きともいうべきもので，接合子のその後の発育，無性生殖，配偶体の形成等について，シワランソウモドキを中心として述べ，併せて生活環や類縁関係等を考察してみたい。

実験と観察

静岡県下田町鍋田湾附近に生育するものを材料とした。

天然における藻体の消長と有性生殖*** シワランソウモドキは潮間帯上 — 中部に生育し，低潮時には乾出する。藻体の季節的消長は著しい。生育盛期は冬—春で，5 月以降は見られない。成熟の盛期は春である。これらの発育状態及び成熟時期は海水温度と密接な関係があるらしく，低水温により藻体の生長は旺盛となり，成熟は遅れる。藻体は雌雄異株で，配偶子の放出は小潮時期の早朝に行われる。配偶子を放出した部分はまもなく流失する。有性生殖は異型配偶で，接合子は径 5.0-6.25 μ の球状となる。体内には 2 眼点，2 ピレノイドをもつ (Fig. 2, F)。

---

* 東京教育大学臨海実験所・静岡県下田町, Shimoda Mar. Biol. Sta., Tokyo Univ. of Education, Shimoda, Shizuoka Pref.

** 下田臨海実験所業績 112 号

*** 詳しくは本誌 **33** (10) 1958 で述べた。

接合子の発育と無性生殖　接合子の一端に突起ができ，接合子の径程度の長さに伸長する。原胞子の部分は，その後徐々に成長し楕円形乃至棍棒形となる (Fig. 2, G. H.)。しかし細胞分裂は全く起らない。やがて眼点は消失し，ピレノイドは分裂して数を増し，葉緑体は濃緑色となつて体内に充満する。容積は漸次増大し，細胞膜は厚くなる。初期に見られた仮根状の突起部はなくなつているものが多く，その形は球形や楕円形が多い (Fig. 2, I. J.)。このような接合子はその後径を増す以外に，形状において顕著な変化を示すことなく夏季を過ごす*。8 月の接合子の径は 40-60 μ を示す (Fig. 2, J)。やがて秋となり海水温が低下し始める時期になると体の一端に突起ができる。この突起部は径 10-13μ で，後に漸次伸長して嚢状接合子の径の 1-2 倍の長さとなるのが普通である (Fig. 2, K)。突起部は稀に 2 叉になることもある。突起部は放出孔である。このような外形の変化につれて内容にも変化が起る。色素体，ピレノイド等の内容物は輪廓が漸次不明瞭となり緻密となる。色調は次第に黄味を増す。その後原形質に分化が起り游走子が形成される。まず眼点の形成が明瞭に認められる (Fig. 2, L)。

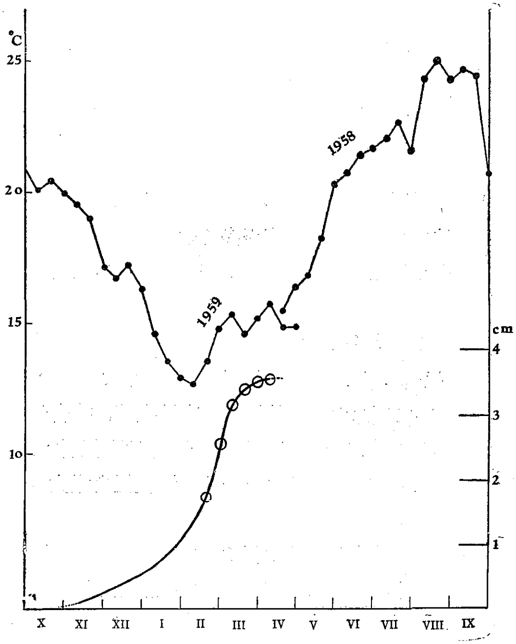

Fig. 1. The relation between growth of *Collinsiella cava* and sea water temperature. ——— and —●— show the diameters of fronds and the temperatures at Nabeta respectively.
○ indicates the presence of the mature fronds.

1 胞子嚢内に形成される游走子の数は胞子嚢の大きさに左右されて一定していないが，いずれにしてもかなり多く，64 以上である。游走子は初め徐々にうごめき運動をするが，後に活潑に嚢内を泳ぎ回り，仮根状に伸長した放出孔を通つて外部へ泳ぎだす。放出孔を通る際の游走子の向きは，前或は後などで，一定していない。游走子は長卵形で，1 眼点，4 鞭毛をもち，大きさ 7.5-12.0×3.5-6.5 μ を示す。走光性は正である。接合することなく基質に着生した游走子は球形となり，まもなく発芽を開始する。

---

* 接合子の発生体及び配偶子の単為発生体は共にある種の海藻の体内に穿孔することがある。その様子は *Chlorochytrium* を想起させる。詳細は現在調査しつつある。

遊走子の発芽　游走子の発育の過程は培養器中にコレクターとして設置したスライドグラスと，天然のシワランソウモドキ生育帯に同様の目的で設置したガラスプレートから詳しく観察することができた。発芽型式はいわゆる直接盤状型である。即ち球形とな

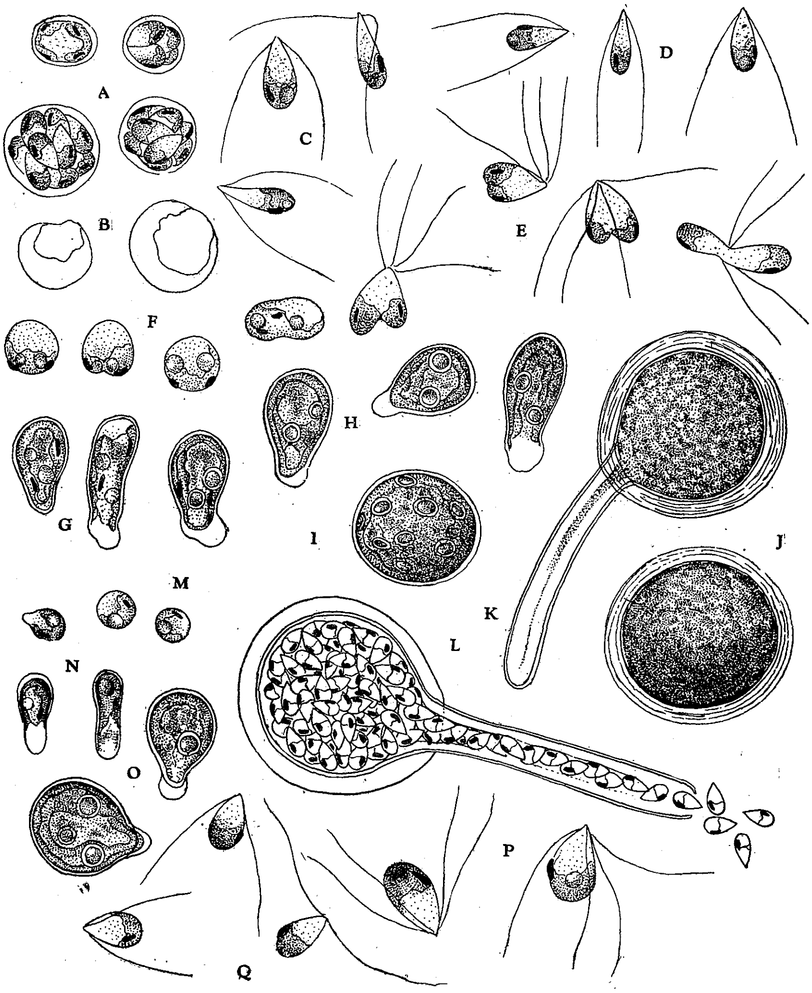

Fig. 2. A. Gametangia. B. Surface-view of emptied fertile gametangia with aperture. C. Female gametes. D. Male gametes. E. Conjugation of gametes. F. Zygotes. G—L. Further growth of the zygocysts. M—O. Parthenogenetic development of gametes. P. Zoospores. Q. Parthenoswarmers.(A—G. M. N. P. Q.×1200, H—L. O.×400)

つた游走子は細胞膜を形成した後，容積を増大させる。まもなく体の一部は外部へふくらみ始める。後に細胞分裂が起り 2 細胞となる (Fig. 3, B. C)。発芽体は漸次容積の増大と細胞分裂により多細胞体となる。この際新しく形成される細胞は原胞子の部分を中心に，ほぼ同心円状に，縁辺に附加されるので，発芽体は Fig. 3, G. H. のような円盤状体となる。この後に新たに盤状体の中央部附近で基質と平行する細胞分裂が起り層を増す (Fig. 3, I)。

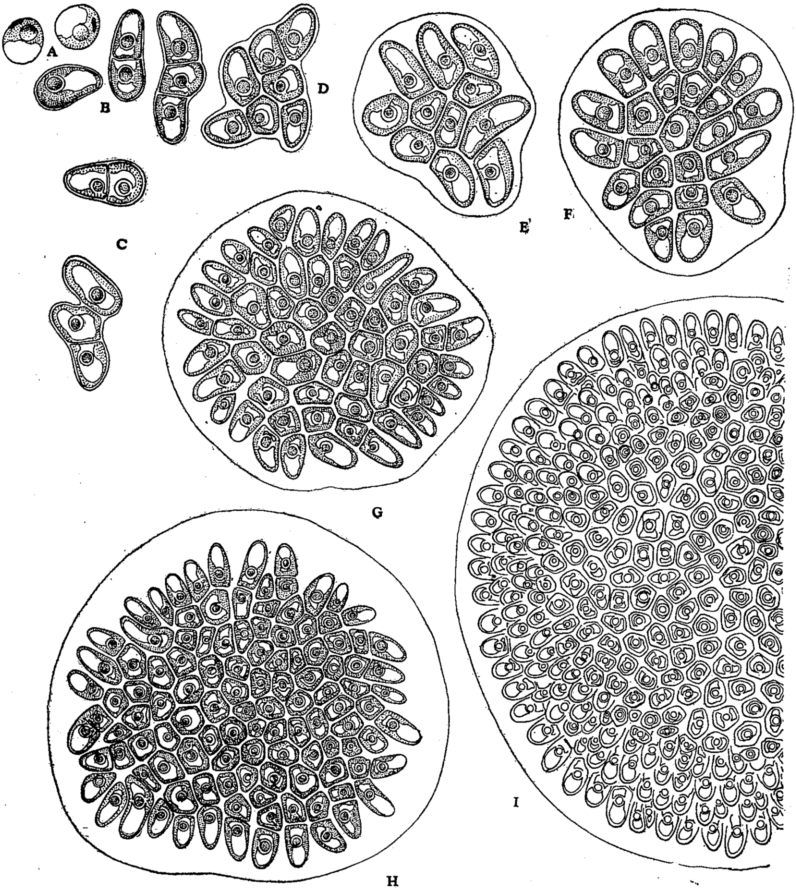

Fig. 3. Development of the zoospores. (A−F.×960, G.×900, H. I.×720)

配偶体の後期成長　はじめ体は扁圧，下面で基質に附着しているが (Fig. 4)，成長に伴い附着部を除く体構成細胞は垂直又は斜めの分割面をもつて数を増加させ，体全体の表面積を増大させる結果，次第に縁辺部は基質から離れて同心円状に拡大する。Fig. 4

は体の断面を模式的に示したもので，縁辺部は，さきに瀬川(未発表データ)が気づいたように，弧を描いている。長く伸長した縁辺部は外側に巻く性質がある。体は後に附着部を中心として放射状に裂ける (Fig. 5, G)。

配偶子の単為発生　接合の機会を逸した配偶子のその後の経過は接合子の場合と似ている。初めは体内に 1 眼点，1 ピレノイドをもち，径も小さく (3.0–4.3 μ)，接合子と容易に区別できるが，後に眼点は消え，ピレノイドの数が増加し，容積が増大すると，両者の区別は困難となる (Fig. 2, O)。しかし最後に形成される游走胞子は 2 本の鞭毛をもち，その大きさは游走子より小さく 5.0–6.9×4.5–5.0 μ である。この測定値は配偶子のそれと類似することから，恐らくヒトエグサ属 *Monostroma* のある種 (例えば *M. wittrockii*, Moewus (1938); *M. nitidum*, *M. latissimum*, 新崎 (1949)) で研究されたと同じように，その游走胞子と共同の起源をもつ配偶子と同性のものであると思われる。この游走胞子の発育は，少なくとも初期の間は正常な游走子のそれと同様であつた。

考　　察

上述の観察結果から判断してシワランソウモドキの生活環は巨視的な配偶体と単細胞の微視的な造胞体の交互の循環によるもので，その型式はヒトエグサ *Monostroma nitidum* (Kunieda 1934) と全く類似したものといえる。尚，両世代の出現は季節的であり，配偶体は低温時期 (冬一春)，造胞体は高温時期 (夏) に存在する。

次に学名について検討してみたい。1935 年瀬川は伊豆産のこの植物を *Collinsiella cava* (Yendo) Printz にあてたが，その後の研究により疑問を抱き，後に (1947) *C. cava* (?) とした。その理由は，この植物の体が遠藤 (1903) の記載と違つて，中空でないことにあつた。そして筆者にこの植物の精査を慫慂した。筆者がここに扱つたシワランソウモドキは遠藤が神奈川県三崎から報告した *C. cava* (=*Ecballocystis cava*) と比較して，既に瀬川が気づいたように下記の唯一の差異点を除いて，内部構造や生態的特性などは全く一致している。即ち *C. cava* は遠藤によると“体は初め実質であるが，成長するにつれて中空の半球状体となる”と記載され，図も画かれてある。この特性に関して，筆者が千葉県，神奈川県，静岡県及び三重県の海べから採集したものは，いずれも Fig. 4 のようであり，一見中空らしい感じを与えるが実はそうでない。上記の諸地域の藻体数百個について，特にこの点を注意して調べたが，遠藤の記述したような中空の体にはいまだ出合つたことがない。生態及び内部形態など，他の特性の全く一致することから考えて，恐らく遠藤はこの特性を見誤つたのではないかと思う。

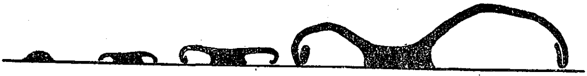

Fig. 4. Fronds in successive stages of development, shown in section. ×1.5

さて，ランソウモドキ属の分類上の位置は，寒天物質* を有する体構造の類似などから，Palmellaceae や Tetrasporaceae におかれている場合が多い (West, 1916; Setchell et Gardner, 1920; 岡村, 1936; 瀬川, 1956; etc.)。体の発育過程を見るに，ランソウモドキ属** は発育初期において，前述のように柔組織状の盤状体であり，後に上方に隆起してくる。この隆起に伴つて体の中心部の細胞は寒天物質中に埋在する結果となる。しかし各細胞は互に叉状に分枝した細胞柄 (stalk) をもつて連絡している。ヨツメモ *Tetraspora* やパルメラ *Palmella* の構成細胞は柄をもつことなく，又発育初期に柔組織状の盤状体を作り，そこから直上部を形成するなどの現象はない。ランソウモドキ属が盤状体に直上部を形成する状態はヒトエグサ属のある種のそれと類似する。例えば *Monostroma angicava* (山田・斎藤, 1938)。上述のことがらから判断して，ランソウモドキ属はパルメラやヨツメモと類縁上関連をもつが，より進んだ体制をとるものと考える。

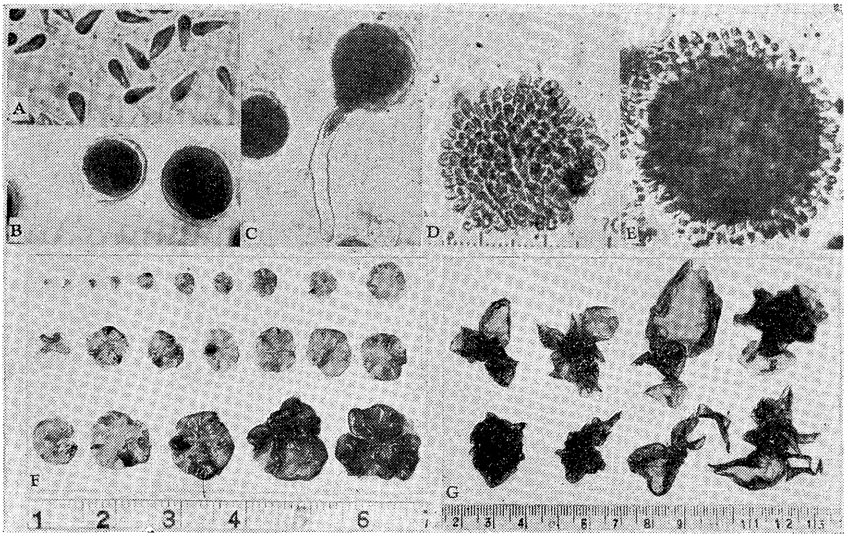

Fig. 5. A. Gametes. B. C. Zygocysts bearing slender protuberances with apertures. D. E. Germlings of the zoospores. F. G. Fronds of successive stages of development. (A×500, B. C.×175, D. E.×250)

最近 Papenfuss (1955) は緑藻植物において，ほとんどすべての淡水産の種類の接合

---

* 三輪・入来(未発表)によるとシワランソウモドキの寒天物質の主成分はアラバンであるという。

** ランソウモドキ，コツブランソウモドキの形態形成の様式もシワランソウモドキとよく似ている。詳述は別の機会にゆずる。

子は厚膜の休眠細胞となることから，そのような特性をもつ海産の種類は淡水産のものに由来するであろうとの仮説をだしている。筆者は上に挙げた諸属などの体構造や生活環や生態的特性などと考えあわせて，Papenfuss の考察には深い興味を覚える。

細胞柄を分類上の大きな特性として取扱つた人々に遠藤 (1903), Wille (1903), Oltmanns (1922) 及び Smith (1944) 等がある。遠藤は Wille の示唆によりランソウモドキ属を *Ecballocystis* として記載し，*Chlorangium* や *Prasinocladus* (=*Euglenopsis*) との比較を試みている。又 Wille は Setchell et Gardner (1903) の設立した *Collinciella* は *Ecballocystis* の synonym であると考えた。Oltmanns (1922) はこれらの意見に賛成して，ランソウモドキ属に *Ecballocystis* をあて *Prasinocladus* (=*Chlorodendron*) と共に Chlorodendraceae においている。Smith (1944) は Monterey 半島からの海藻の中で，共に細胞柄を有することから，海産の Chlorangiaceae として *Collinsiella* と *Prasinocladus* を挙げ，その区別点として体の寒天物質の有無を採用している。*Collinsiella* の細胞柄と *Prasinocladus* 等のそれらは体構成上ある種の類似性の存在することはたしかである。ところで Smith (1950) は更に *Stylosphaeridium*, *Malleochloris*, *Chlorangium* 及び *Prasinocladus* 等を含む Chlorangiaceae の類縁に言及して“細胞膜にセルロースを欠くことはこの科の大きな特徴と思われ，このことはこの科の由来が Polybrepharidaceae からであることを示すらしい”と述べている。筆者は本邦中部太平洋沿岸に広く生育する *Prasinocladus ascus* Proskauer について，顕微組織化学的にセルロース反応* を検した結果は，やはり－の反応であつた。ところが *Collinsiella* ではランソウモドキ，コツブランソウモドキ，シワランソウモドキ共に反応は＋であつた。即ち両属の細胞柄の性質には明瞭なちがいのあることがわかる。*Collinsiella* と *Prasinocladus* 等の間には，先に筆者 (1958) が指摘したように遊走細胞の形成様式，形態，機能等についても明瞭な差異が存在することなどから考えて，細胞柄の存在のみを重視して互に近縁であるとする意見には賛成できない。

摘要

野外観察と室内培養実験から伊豆下田産のシワランソウモドキの生活史が研究された。

1. 潮間帯上一中部に生育するこの海藻の季節的消長は顕著で，巨視的藻体は冬一春にのみ見られる。

2. 成熟盛期は3月で，遊走細胞の形成は潮汐と関係があつて，一潮間隔の小潮時である。

3. 藻体は配偶体で，雌雄異株，異型配偶である。

4. 接合子は厚膜の単細胞で夏季高温時を過す。

---

* 鉛化亜鉛ヨード液による。

5. 秋季，厚膜接合子の内容に分化が起り多数の游走子が形成される。

6. 游走子の初期発芽型式は所謂直接盤状型である。盤状体は後に上方に盛り上りを生じ，シワランソウモドキの幼体へ成長する。

7. シワランソウモドキの生活環は，巨視的な配偶体と微視的な単細胞の造胞体の交代からなつていると考える。

8. 両性配偶子共に単為的に，接合子の場合と同じように厚膜単細胞で越夏する。これに形成される游走細胞は游走子より小形であるが，游走子の場合と同じように直接盤状型式で発芽する。

9. シワランソウモドキについて，遠藤(1903)は体の中空なることを記述したが，この記載は誤りと考える。

終りに御指導と御校閲を賜わつた九大・瀬川宗吉博士に御礼申上げる。また教育大・伊藤洋，三輪知雄両教授に深く感謝申上げる。

引用文献

1) 新崎盛敏，生物 **1** (1946) 2) 千原光雄，植研雑 **33** (1958) 3) Kunieda, H., Proc. Imp. Acad., **10** (1934) 4) Moewus, F., Arch. f. Protistenkd., **91** (1938) 5) 岡村金太郎，日本海藻誌 (1936) 6) Oltmanns, F., Morph. u. Biol. der Algen, **1** (1922) 7) Papenfuss, G., Classification of the algae, A century of progress in the natural sciences, 1853–1953 (1955) 8) Printz, H., Chlorophyceae, in A. Engler & K. Prantl, Die naturlichen Pflanzenfamilien, 2 aufl., **3** (1927) 9) Segawa, S., Sci. Pap. Inst. Alg. Res., Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., **1** (1936) 10) 瀬川宗吉，生物界 **1** (1947) 11) ————，原色日本海藻図鑑 (1956) 12) Setchell, W. A. & N. L. Gardner, Univ. Calif. Publ. Bot., **8** (1920) 13) Smith, G. M., Marine algae of the Monterey Peninsula (1944) 14) ————, The fresh-water algae of the United States, 2d. ed. (1950) 15) West, G. S., Algae **1** (1956) 16) Wille, N., Conjugatae u. Chlorophyceae, in A. Engler & K. Prantl, Die naturlichen Pflanzenfamilien, 1, **2** (1906) 17) Yamada, Y. & E. Saito, Sci Pap. Inst. Alg. Res. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., **2** (1938) 18) Yendo, K., Bot. Mag., **17** (1903)

Resume

The writer has investigated the life-history of the members belonging to the genus *Collinsiella* by means of field observations and laboratory culture experiments. In the present paper the one of them, *C. cava* (Yendo) Printz, is treated.

C. cava growing in abundance on rocks in the upper- and mid-tide belts at Nabeta where our laboratory stands was used in this study.

Seasonal appearance of the present alga is very remarkable in many respects: the young frond makes a first appearance visible to the naked eye in late November, and through the winter season there is a considerable increase in size and each individual in March attains a maximum size of about two centimeters in diameter.

Fruiting of *C. cava* is biweekly intervals, and one usually finds mature fronds during the neap tides in February, March, and April. Liberation of gamete takes place in the morning. Above-mentioned phenomena seem to be caused chiefly by the desiccation of frond as well as the intensity of illumination.

The present alga is dioecious and anisogamous. Measuring of female and male gametes are, respectively, 6.8–8.7×2.5–3.5 μ and 6.2–8.0×2.5–3.7 μ. The zygote swells up and enlarges enomously in size, showing no sign of any kind of cell division until early autumn when it matures and becomes finally a large thick-walled zygocyst which is spherical in the form. In autumn, the zygocyst produces many zoospores which swim out through an aperture, a slender tube-like protuberance, formed on one side of the zygocyst. The zoospore germinates after the manner of "immediate discal type" and develops into a frond of next generation, i.e. gametophyte. The germling is flat and circular at first and subsequently the formation of upheaval takes place resulting itself into semispherical form.

From the morphological standpoint mentioned above, it is safely to conclude that the life-cycle of *C. cava* consists of an alternation of a macroscopic multicellular gametophyte with a microscopic one-celled sporophyte. Though the cytological analysis still needs to be studied, the meiosis takes place, presumably, as in *Monostroma wittrockii* (Moewus, 1938), in the zygocyst during the formation of zoospore, accordingly the *Collinsiella*-frond of the gametophyte originating from such zoospore may be haploid phase. Occurrences of two generations are seasonal: the gametophyte and the sporophyte appear respectively in winter-spring and in summer which season shows higher temperature.

The writer comfirms that the gametophyte-frond of *C. cava* is, as was already noticed by Segawa (unpublished paper) solid in all cases and draws the diagrams showing the development of it in Figure 4. This knowledge makes a correction of Yendo's description (1903) that the frond of *C. cava* becomes hollow inside as it grows older.

The parthenogenetic development of gamete is also observed. Though the resulting cyst resembles closely that of zygote, the zooid liberated from it is far smaller than the zoospore and has only two flagella. Such zooid develops, in the same manner as zoospore, into semispherical germ-body.